

R-10-re alapozott navigációs-geofizikai adatgyűjtő és real time feldolgozó rendszer

GLUMOV I., KÁZSMÉR J., MÜLLER P.*

A tengerek és óceánok geofizikai kutatásánál rendkívüli előnyt jelent az expressz adatfeldolgozás közvetlenül a hajó fedélzetén. Az előadás a MARS-2 real time előfeldolgozó rendszert ismerteti. A komplex navigációs, szeizmikus, gravitációs, mágneses geofizikai rendszer adatgyűjtő, feldolgozó funkcióit R 10-es számítógép végzi, amely speciális geofizikai egységekkel egészül ki.

Az ismertett szeizmikus programcsomag lehetővé teszi feldolgozott stacking szelvények azonnali megjelenítését, és ennek alapján a mérési paraméterek flexibilis módosítását. A dolgozat kitér a számítógéppel vezérelt tengeri navigációs megoldásra és kapcsolatára a geofizikai adatgyűjtő-feldolgozó rendszerrel.

Экспресс-обработка данных в реальном масштабе времени непосредственно на борту судна обеспечивает значительное достоинство при геофизическом исследовании морей и океанов. В докладе представлена система предварительной обработки в реальном масштабе времени МАРС-2. Все функции по сбору и обработке данных комплексной навигационной и геофизической системы, в том числе сейсмической и гравито-магнитометрической, выполняются ЭВМ ЕС-1010, оснащенной специальным геофизическими устройствами. Излагаемый пакет сейсмических программ обеспечивает возможность немедленного представления разрезов по данным ОГТ, позволяя упругую модификацию параметров измерения. Обсуждаются вопросы компьютеризированной морской навигационной системы и ее связи с геофизической системой.

On-board real-time data processing facilities have an outstanding role in the geophysical exploration of seas and world oceans. The lecture presents the MARS-2 real-time preprocessing system. All data-acquisition and processing functions of the complex navigational, seismic, gravitational and geomagnetic geophysical system are performed by an ES-1010 computer, equipped by special geophysical units.

A seismic preprocessing program package is presented which is capable to yield immediate plot of the processed CDP results and, thus, is an ideal means for the flexible modification of the measurement parameters wherever required. Special emphasis is given to the solution of computer-controlled navigation, and to its interconnection with the geophysical data acquisition-processing system.

A geofizikai módszerek felbontóképessége és pontossága iránti fokozódó követelmények előtérbe helyezik a terepi gyors kiértékelést és ennek eredményeként nyert földtani információk alapján a felvételi módszertan rugalmas változtatását, optimalizálását. A rohamosan növekvő tengeri nyersanyagkutató programok kedvező területet teremtettek a geofizika számára, ahol fenti eljárások bevezetésének szükségessége (és logikája) megelőzheti a szárazföldi kutatásokat és úttörő szerepet játszhat elterjesztésükben. A tengereken – méginkább mint a szárazföldeken – a központosított számítógépi feldolgozás megfosztotta a fedélzeti geofizikusokat a primér információk földtani értékének megítélésétől és a felvételi módszerek, paraméterek optimalizálási lehetőségétől. A felvétel és a végleges számítógépi feldolgozás közötti idő hónapokat is kitehet. Ennek gyakori következményei a szeizmogeológiai viszonyokat figyelmen kívül hagyó felvételezés és a földtani szerkezeteknek nem megfelelően telepített szelvényhálózat. A selfek vagy a kontinentális lejtők helyes geofizikai kutatási módszertana megkívánja a gyorsan változó földtani felépítés figyelembe vételét.

A fedélzeti real time előfeldolgozó rendszerek fejlesztése költséges, összetett feladat, amelyet célszerű összekötni a tengeri geofizikai kutatás más fontos

* Glumov I. Juzsmorgeológija; Kázmér J. Videoton; Müller P. ELGI.

technológiai, műszeres és navigációs problémáinak megoldásával. Végeredményben valamennyi törekvés a tengerkutatás földtani hatékonyságának növelésére irányul, és ebben a legfontosabb aktuális feladatok a következők:

- a kutatások felbontóképességének és a földtani szerkezeti információk megbízhatóságának javítása;
- a kutatási mélységtartomány növelése;
- a termelékenység és a tengeri geofizikai adatok minőségének javítása.

A fenti feladatok lehetséges megoldásainak analízise feltárta azokat az alapvető tényezőket, amelyek végül is meghatározták az új tengerkutatási rendszerünk felépítését. Ezek a következők:

- a geofizikai felvételi technika folyamatának és ellenőrzésének az automatizálása;
- az összegzett geofizikai (szeizmikus) adatok szelvényyszerű real time megjelenítése, lehetőség szerint számítógépen feldolgozott adatok alapján;
- a számítástechnika által biztosítható új kutatási és feldolgozási eljárások bevezetése;
- a vontatott érzékelőrendszer zajnívójának csökkentése, érzékenységének és zajvédelmének növelése 5–6 bal hullámzásig;
- nagypontosságú, automatizált navigációs rendszer kialakítása, a geofizikai mérések megbízhatóbb bekötésére és az éjjel-nappali észleléshez;
- a geofizikai csatornaszám és az érzékelők számának növelése;
- hajósebesség növelése 6–7 csomóig;
- nagyerejű és vezérelhető rugalmas hullám-források alkalmazása.

Mindezekhez hozzájárul a komplexitás követelménye, hogy egyidőben szeizmikus, gravitációs és mágneses méréseket is lehessen végezni és valamennyi adatot azonnal feldolgozva a szelvény mentén megjeleníteni. Analízisünk oda vezetett, hogy valamennyi szempontot figyelembe venni és felhasználni a tengerkutatási geofizika földtani hatékonyságának a növeléséhez, csak egy teljesen számítógépesített, automatikus adatgyűjtő és feldolgozó fedélzeti rendszer egyidejű bevezetésével lehetséges. Kulcskérdés volt a megfelelő számítógép megválasztása, amely méreteiben illeszkedik a szűk hajótér fogathoz, ugyanakkor sebessége, perifériaválasztéka alapján alkalmas a követelmények kielégítésére. A magyar Videoton R-10 számítógép bizonyult a legmegfelelőbbnek erre a célra a rendelkezésünkre álló számítógépek közül. Így szovjet–magyar tudományos-műszaki együttműködés* és az „Intermorgeo” keretében 1976-ban megkezdődhetett a „MARS”-rendszer létrehozása. A fejlesztő munkák sikerrel jártak és eddig már több hajót felszereltek a rendszerekkel, többek között az Isszledovatyelt, a Kurencovot, a Feodosziát, amelyek eredményesen végeznek a tengeren komplex geofizikai kutatásokat. A rendszer képe az 1. ábrán látható.

A MARS rendszer az automatizált navigációs-geofizikai fedélzeti rendszerek hierarchiájában magasabb rendű fokozatot képvisel, minthogy az adatgyűjtés és késleltetett előfeldolgozás mellett megoldja a real time geofizikai expressz adatfeldolgozást is. A MARS-2 változat fejlesztési programja felöleli a különleges geofizikai hajó létrehozását, az integrált navigációs berendezést, a szeiz-

* A programban résztvevő magyar intézmények: Videoton, ELGI, MOM; szovjet intézmények: NPO Juzsmorgeo, PO Juzsmorgeologija, OKB VT RRTI.

mikus real time rendszert, a gravi-mágneses egységeket, az $R-10$ számítógépközpont speciális geofizikai perifériáit és a geofizikai, illetve navigációs software fejlesztést.

Konstruktív vonatkozásban a MARS modulrendszerben épült, így biztosítva van a további bővítése és adaptáció a tengeri geofizikai munkák követelményeinek megfelelően (2. ábra).

A navigációs rendszer ugyancsak $R-10$ számítógépre épül. A hajón funkcionáló számítógépek azonos típusa megkönnyíti a szervizt és a tartalékalkatrész utánpótlást. Az integrált navigációs rendszer tartalmazza a digitális fogadó

indikátorokat a rádió navigációs és radiogeodéziai hálózathoz, a szputnyik fogadóindikátorát, a doppler sebességmérőt, normál sebességmérőt, girokompaszt, girokormányt. A programrendszer biztosítja valamennyi navigációs adat gyűjtésének vezérlését és optimalizált feldolgozását Kálmán-szűrők algoritmusainak felhasználásával, a hajó mozgási paramétereinek kiszámítása és mágnesszalagra rögzítése céljából. A kapott navigációs adatok segítségével a hajó irányítása automatikusan történik a megadott program szerint. A navigációtól kapja a vezérlő jeleket a szeizmikus fedélzeti rendszer is a megválasztott észlelési paraméterek ciklusidőinek megfelelően. A software struktúráját a 3 műszakos komplex tengerkutató rugalmas követelményrendszereinek megfelelően alakították ki.

Mivel a szeizmikus központ terhelése lényegesen nagyobb, a gravitációs és mágneses adatok gyűjtését, feldolgozását a navigációs számítógépre terelték. A fedélzeti gravitációs műszeregység ($GNGKA-2$) párosával elhelyezett $GAK-ZS3$ asztaltizált, folyadékokkal telített graviméterekből és girostabilizált platformból áll. A gravitációs anomáliák meghatározásának összegzett zárási pontossága egy 3–5 napos mérés sorozat után ± 1 mgal. A gravitációs mérési adatok egy interface-en keresztül közvetlenül a navigációs gépbe jutnak és az adatokat azonnal feldolgozzák a friss navigációs adatok figyelembe vételével, majd grafikusán is nyomtatva is megjelenítik az eredményeket.

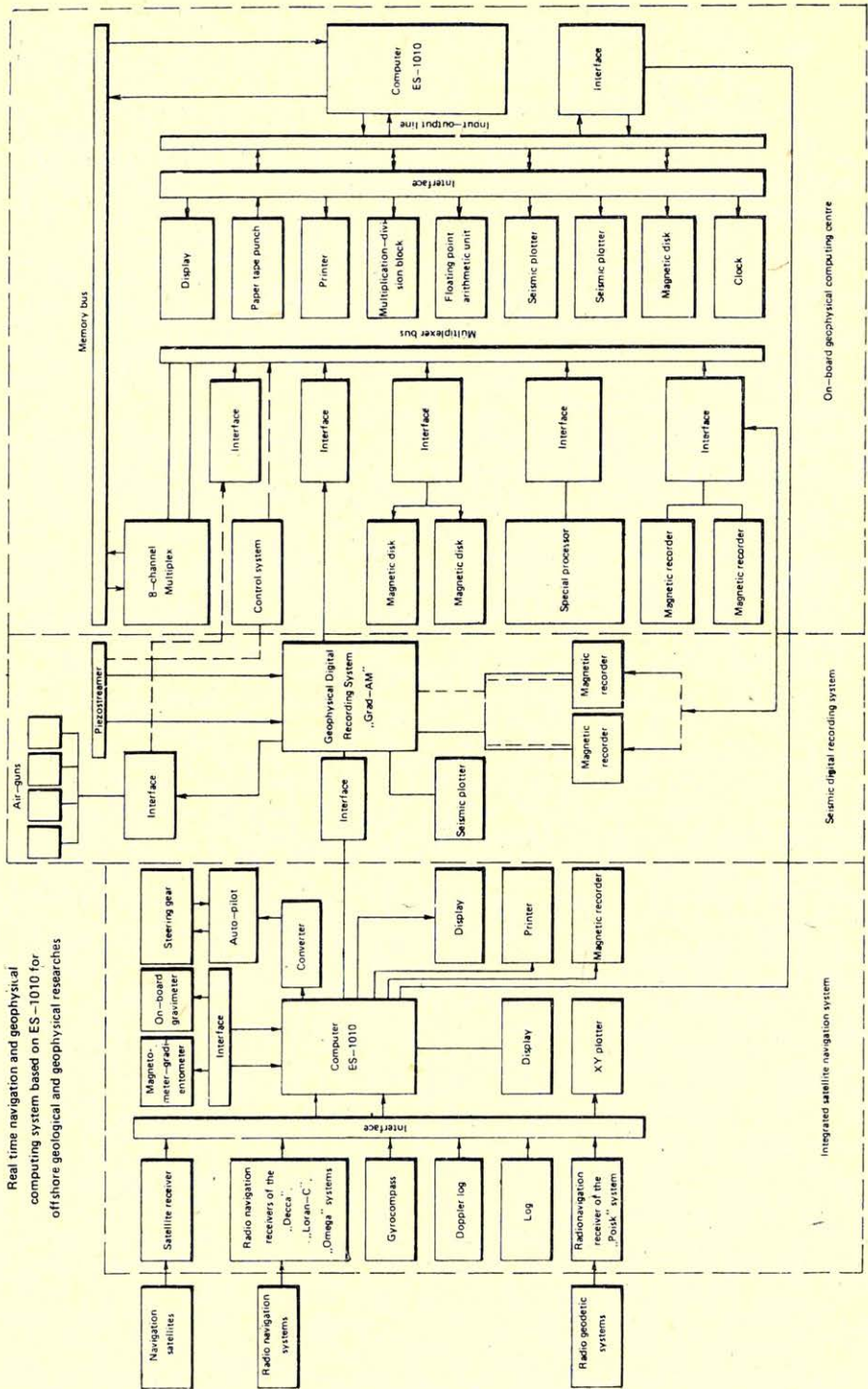
A fedélzeti mágneses műszerek egyrészt kvantum gradienmérő magnetométerek ($KMMG-1$) másrészt tengeri protonprecessziós magnetométerek ($MMP-2$). A proton műszer szondája vontatott gondolában van elhelyezve, mérési tartománya átfogja az összes szélességet; a regisztráló fokozat a fedélzeten van. A gradienmérő $\pm 0,02$ gamma pontossággal méri a mágneses teret, a horizontális gradienst pedig $10^{-2}-10^{-4}$ gamma/m-el, az érzékelők bázistávolsága függvényében. A mágneses adatok gyűjtésének, feldolgozásának az útja hasonló a gravitációs adatokéhoz.

A fedélzeti geofizikai központ feladata a nagy sebességgel áramló szeizmikus adattömeg kezelése és real time előfeldolgozása a rezgéskeltések 18–24 sec-os szüneteiben. A feladat csak megfelelő memóriaosztással és a kulcsperifériák autonóm vezérlésével oldható meg; mivel az operatív memóriát meghaladó adattömböket kell nagy sebességgel továbbítani, miközben a központi proceszor egyéb feladatokat is végez. Ezért a számítógépet $DM A$ -val látták el, amely-



1. ábra Puc. 1. Fig. 1.

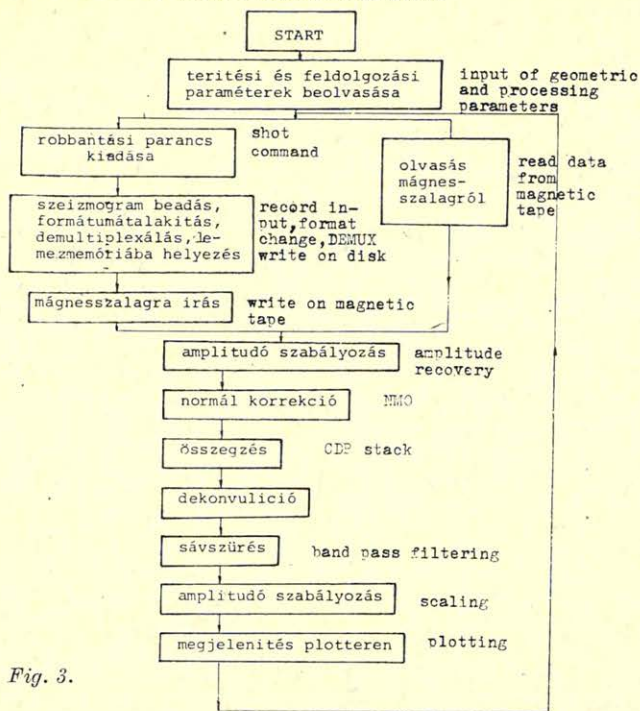
Real time navigation and geophysical computing system based on ES-1010 for offshore geological and geophysical researches



2. ábra Puc. 2. Fig. 2.

GEO

Real time tengeri előfeldolgozó rendszer
 folyamatábrája
 Flow-chart of the marine preprocessing system



3. ábra Puc. 3. Fig. 3.

Geo 80/14-3

nek 8-csatornás multiplexére illesztették az alábbi egységeket, prioritásuk sorrendjében:

- lemezzmemória,
- szeizmikus felvevő műszer,
- mágnesszalagos adathordozó,
- speciális array processzor.

A szabad DMA csatornák további lehetőséget adnak több processzor összekötésére egy hierarchikus rendszerben, pl. sebességanalízis elvégzéséhez, vagy újabb adapterek csatolására.

A speciális processzor a szeizmikus real time feldolgozás sebességdefektusát oldja fel. A gép bázis processzorát csak az adattovábbítás időtartamára veszi igénybe, egyébként műveleteit saját gyors 16 K szavas félvezetős operatív tájában oldja meg, de lehetőség van részműveleti eredmények lebegőpontos tárolására is 1 K szó terjedelemtig. Egy szorzás + összeadás ciklusideje 250 nsec. A hagyományos matematikai műveleteken kívül néhány geofizikai műveletet elektronikai úton közvetlenül hardware-rel old meg (dinamikus korrekciók, átlagolás stb.).

A speciális processzor leggyakrabban használt algoritmusai az alábbiak:

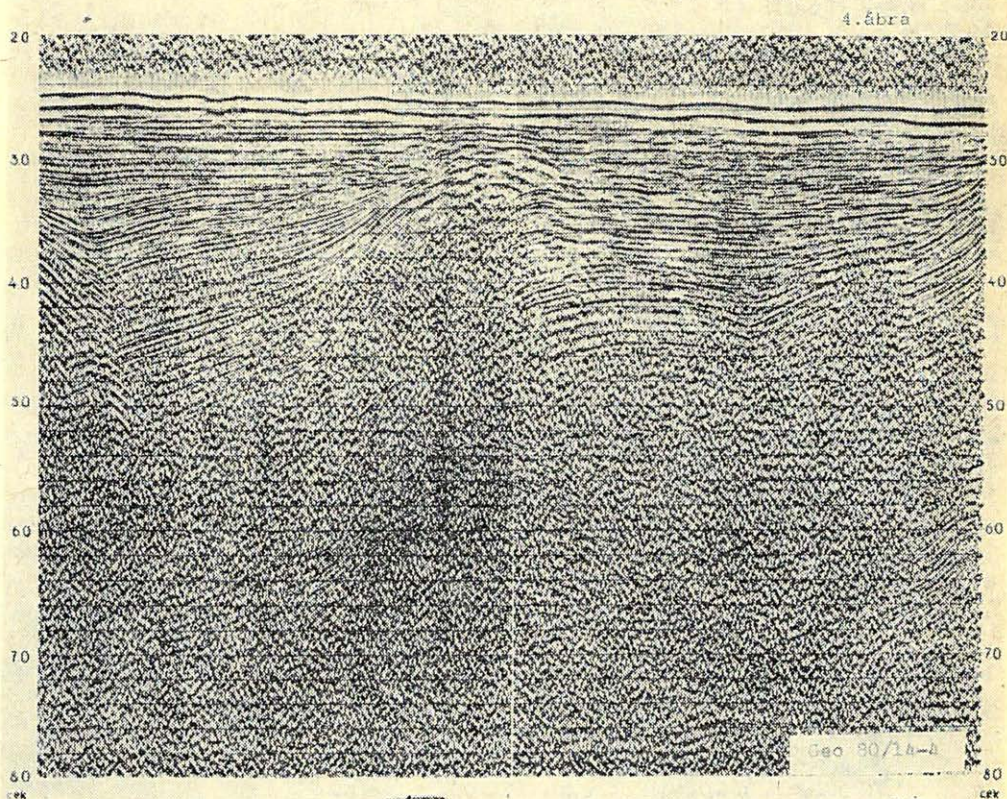
- számtani középárayos számítás,
- dinamikus korrekció beadása, adott sebességfüggvény szerint,
- lebegőpontról fix pontra alakítás,

- konvolúció végzése diszkrét függvényekkel,
- rekurzív szűrés végrehajtása,
- adattömbök átvitele,
- skálázás, stb.

A szeizmikus felvevő műszer formátum átalakítása lebegőpontos 4 byte-os alakra egyidejűleg történik a demultiplexálással és az adatok csatornafolytonosan kerülnek lemezmemóriába.

A szeizmikus plotter dobtípusú normál papírra ír, kiiktatva az optikai plotterek előhívási proceduráit. A plotter rezgő nyelve 5 kHz frekvencián $0,15 \times 0,2$ -es, pontszerű digitális ábrázolást ad. Saját belső 3 Kbyte belső memóriája segítségével megoldja az autonóm szelvénykiírást. A kiírási módok megfelelnek a szeizmikus szelvényírásban általában használatos normáknak (változó terület, hullámírás, kombinatív formák). Az írás pontossága 0,1 mm. A szeizmikus plotter színes plotterként is használható többfejes változatban. Ezt elsősorban a késleltetett előfeldolgozási üzemmódban célszerű használni, amikor a hajó vihar, kikötés, stb. miatt éppen nem szelvényez. Az energia vagy frekvencia szerinti szelvények nagy dinamikája kitűnő információkat szolgáltat a tengeri szeizmikus adatok tényleges amplitúdóviszonyairól.

Az időszelvények real time előállítási programcsomagja a 3. ábrán feltüntetett fontosabb műveleteket tartalmazza.

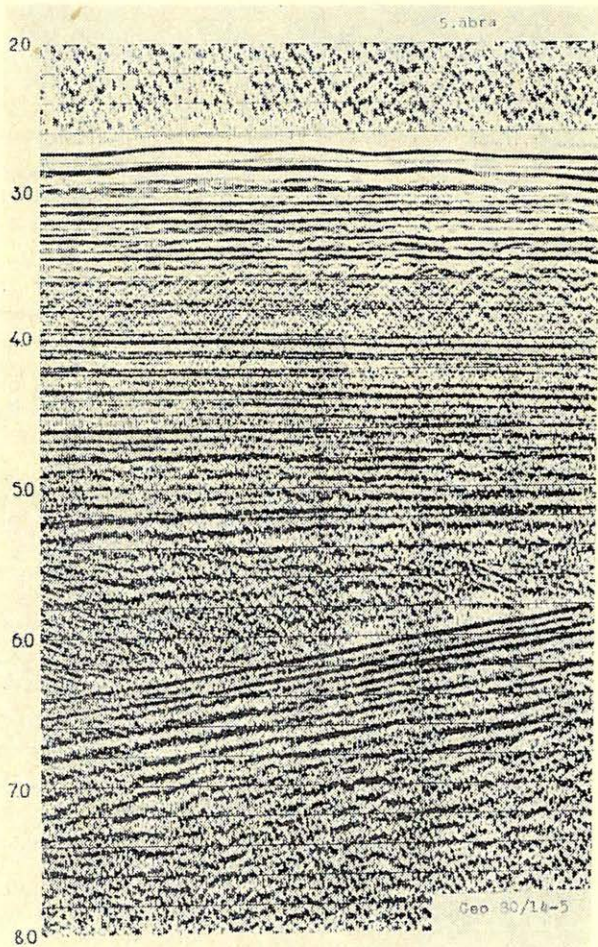


4. ábra Puc. 4. Fig. 4.

A bemutatott real time adatgyűjtés és feldolgozás általában 20 sec-ot vesz igénybe. Bemenő adatainak mintavételezési köze 4 msec. Az expressz szelvény-szerkesztés történhet valamennyi összegesatorna megjelenítésével vagy csak egyes kiválasztott csatornák ábrázolásával (4., 5. ábra).

A mérések és a feldolgozás összes paramétereiről, ezek változtatásáról vagy egyéb eseményekről, hibákról a programrendszer protokolt készít gyorsnyomtatón. Magát a geofizikai rendszert műszerenként egy észlelő szolgálja ki, napi termelékenysége pl. 12-szeres stacking üzemben elérheti a 200 km-t. A MARS rendszer technikai-gazdasági mutatói megfelelnek a világon alkalmazott egy-két hasonló rendszernek, pl. Holis – Hedberg, Gulfrex.

A real time előfeldolgozó rendszer család első generációjának sikere és tapasztalatai alapján a programban résztvevő intézmények felkészültek a generációváltásra, amelynek bázis számítógépei az R – 11-es Videoton gépek lesznek. Az áttéréssel egyidőben korszerűsíteni fogják a speciális geofizikai műszereket és perifériákat is, hogy az egész rendszer megfelelhessen a tengerkutató fokozott geofizikai követelményeinek.



5. ábra Puc. 5. Fig. 5.